

平成 30 年度 産総研福島再生可能エネルギー研究所 研究成果報告会 地中熱チーム

内田洋平¹⁾

1. はじめに

2018年5月29日(火)に、「平成30年度産総研福島再生可能エネルギー研究所研究成果報告会」が開催され、その中で地中熱チームも最新の研究成果を報告しました。その発表概要を紹介いたします。

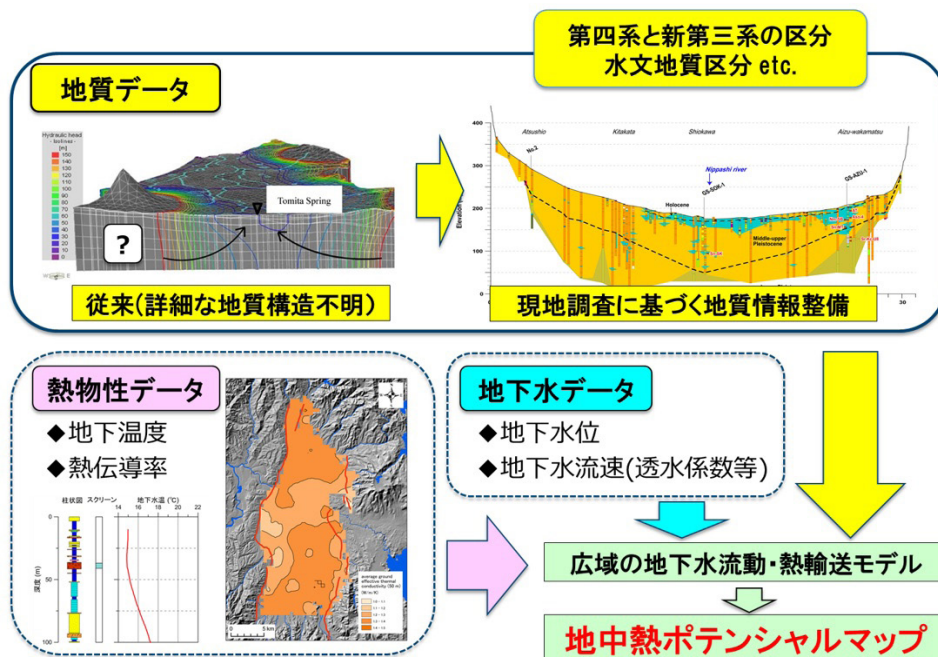
地中熱チームのメンバーは、研究チーム長と研究員合わせて4名ですが、産総研内外の招聘研究者や共同研究者、テクニカルスタッフなどを合わせると18名となります。地中熱利用システムは、1980年代から欧米諸国で広まった技術です。日本においては2000年頃までほとんど知られておらず、大都市における地下水の汲み上げ規制などの理由により、その普及が遅れています。また、日本における地中熱利用では、地下水の存在が熱交換量に大きく影響するため、地下水の水位や流量の把握が重要です。このように地下水を考慮した日本式の地中熱研究は、東南アジア諸国に対しても大きく役立つと考えられます。地中熱チームのミッションは、海外以上に効率の良いシステムを東北

地方から広めていくことです。また、「新しい産業の集積を通じた復興への貢献」に寄与するために、被災地域の企業が有する技術シーズの支援事業や大学等との連携による人材育成事業も実施しています。

2. 地中熱ポテンシャル評価のための地質構造解析

地中熱チームでは、2つの大きな研究テーマを設定しています。1番目は「地中熱ポテンシャル評価」です。現地における地質調査と地下水調査を実施し、そのデータに基づく3次元地下水流動・熱交換量予測シミュレーションを行い、地中熱ポテンシャルマップを作成しています。現在、福島県を中心とした東北の主要地域における地中熱ポテンシャルを評価しています。また最近では、北陸や関西の自治体から地中熱ポテンシャルに関する相談や依頼が増えてきています。

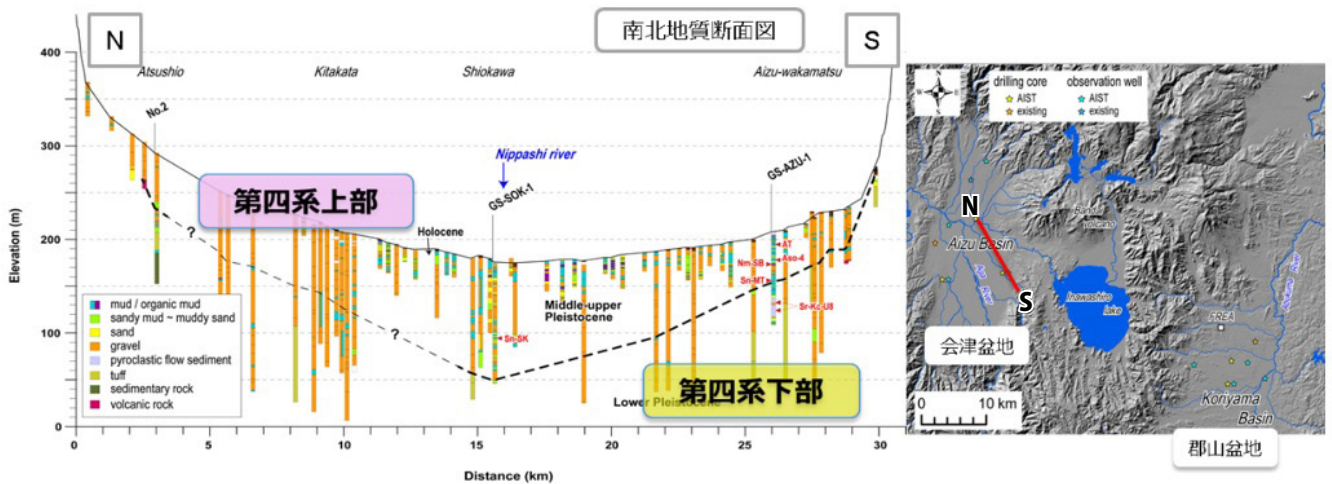
地中熱ポテンシャル評価の流れを第1図に示します。広域の地下水流動・熱輸送モデルを構築するためには、研



第1図 地中熱ポテンシャル評価の流れ

1) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

キーワード：福島再生可能エネルギー研究所、研究成果報告会、地中熱、水文地質



第 2 図 会津盆地における第四系層序区分. 右図中の赤線は、南北断面位置を示す。

究対象地域の地質データをはじめ、地下の熱物性データや地下水データなど様々なデータが必要となります。地中熱チームでは、福島県会津盆地に着目し、現地における地質調査と水文調査を重点的に行い、第四系の詳細な層序区分や地下温度プロファイルを取得しました。その結果、会津盆地の第四系は、水文地質モデルとして上部と下部とで地下水流動や地下温度構造が異なることを明らかにしました(第 2 図)。地中熱チームでは、会津盆地と同じ手法で、郡山盆地の地質構造解析も実施しています。

3. 地中熱システムの最適化技術開発

2 番目の研究テーマは「地中熱システムの最適化技術開発」です。地中熱システムの最適化とは、熱交換器の種類、埋設深度、運転パターンなどを最適な状態に調整することです。従来の地中熱交換器に関する研究では、その素材や形状を主体としており、地域の地質や地下水環境は考慮されていませんでした。ところが、日本の地質構造や地下水環境は、地域によって差異があるため、標準的な熱交換器(ボアホール型クローズドループシステム)を全国展開するよりも、その地域の水文地質環境に最適な熱交換器導入が効率的です。地中熱チームでは、この研究テーマについて福島大学や地元企業と連携して共同研究を行っています。

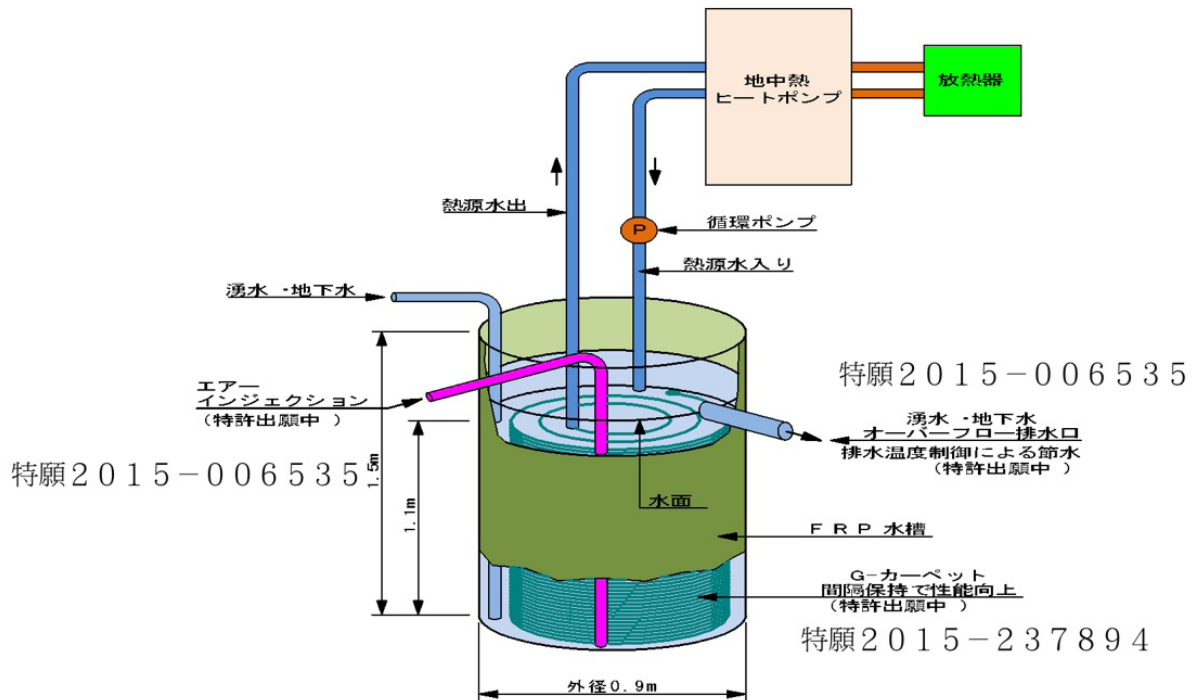
平成 29 年度は、産総研・被災地企業のシーズ支援プログラムの中で、3 件の共同研究を実施しました。その中の一つが、評価課題名「樹脂製細管熱交換器を内蔵したタンク式地中熱交換器の有効性の検証」で、ジオシステム株式会社と共同で行ったものです。開発したタンク式地中熱

交換器は、地下水・湧水等を容易に得られる場合に高性能で、かつ設置・運用コストの低減が可能な熱交換器です(第 3 図)。標準的な熱交換器(ボアホール型クローズドループシステム)と同等の熱交換量でありながら低コストで、少ない地下水や湧水使用量で運用可能な給水制御機能を有しています。また、メンテナンス性も優れているため、長期間の使用にも耐えられます。現在、福島再生可能エネルギー研究所の 1 階ロビーにタンク式熱交換器の実物が展示してあります(写真 1)。

4. 地域の水文特性と調和した地中熱ポテンシャル評価手法の開発

日本国内では、地下水の揚水規制がある地域でも導入できることから、地下に埋設した熱交換パイプを用いて地下水を汲み上げずにヒートポンプの熱源とするボアホール型クローズドループシステムの普及が進んでいます。しかし、日本全国を見渡すと、揚水規制がない地下水の豊富な地域が存在します。このような状況の中で、近年、国内では地下水を直接利用するオープンループシステムや、新しいタイプの熱交換方法による地中熱利用システムの開発・利用が求められ始めています。

地中熱チームでは、産総研シーズ支援事業にて開発した、熱交換能力の高い「自噴井を利用した地中熱ヒートポンプシステム(セミオープンループ)」について、福島県会津盆地を対象とした適地マップを作成しました(第 4 図左)。一方、同地域については、クローズドループを想定した戸建住宅用の地中熱システム用熱交換器の必要長さ分布図も作成しています(第 4 図右)。これらの研究を通じ



第3図 樹脂製細管熱交換器を内蔵したタンク式地中熱交換器 (産総研福島再生可能エネルギー研究所, 2018)



写真1 福島再生可能エネルギー研究所に展示してあるタンク式熱交換器

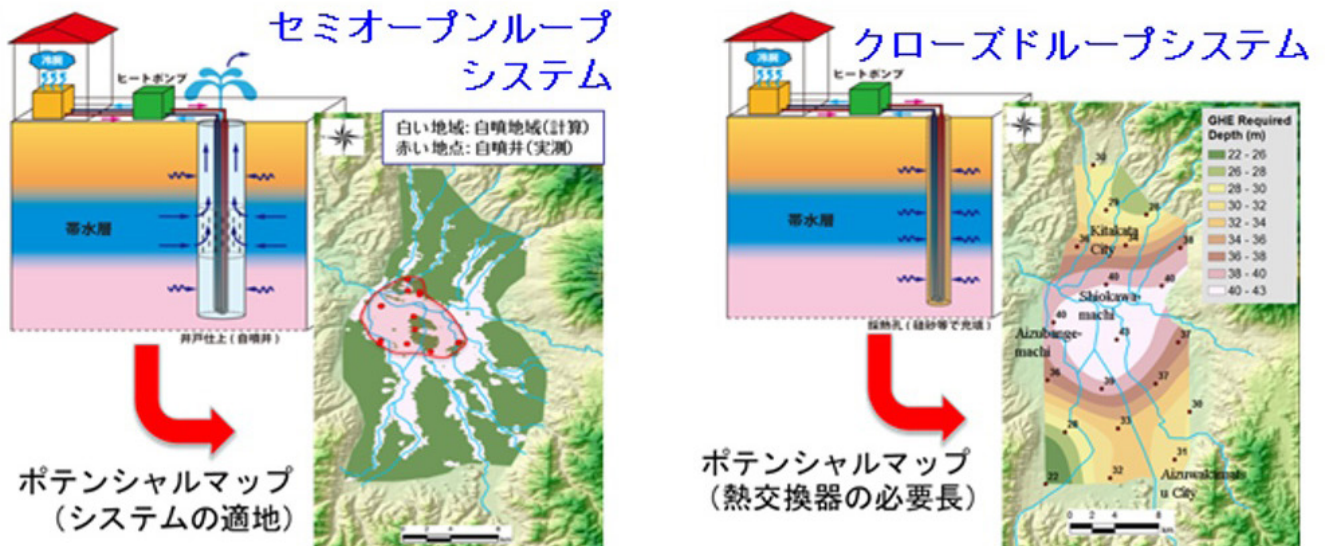
て、初めて同一地域におけるクローズドループとセミオープンループの両システムについての地中熱ポテンシャル評価を可能としました (Shrestha *et al.*, 2018)。

5. 東南アジアにおける地中熱研究の展開

東南アジアなどの熱帯地域では地中熱利用システムの設置実績が無く、省エネルギー・温暖化対策の観点からその

普及は重要と考えられます。しかしながら、暖房の需要はほとんどなく、冷房運転のみであるため、地下への効率的な廃熱が求められます。東南アジア地域の地下地質構造や水文環境は、日本の平野や盆地と類似点も多いため、産総研地中熱チームが実施している「地域の水文環境を活用した地中熱システム」の研究手法が適用できると考えられます。

地中熱チームでは、CCOP(東・東南アジア地球科学計



第 4 図 セミオープンループシステム (左) とクローズドループシステム (右) のポテンシャルマップ. Shrestha et al. (2018) に基づく。

画調整委員会)の協力の下、2013 年度よりタイ・バンコクにおいて地中熱システムによる冷房運転の実証試験を開始しました。現在では、タイ・チュラロンコン大学(バンコク本校、およびサラブリ実験場)、タイ国立地質博物館、ベトナム地球科学鉱物資源研究所の 4 カ所で地中熱システムの長期連続運転試験を行っています。いずれの地域においても、適正なシステム設計により、熱帯地域でも地中熱システムによる冷房運転の可能性を実証しました。また、2018 年 2 月 タイ・バンコクにおいて、東南アジア初の熱応答試験を秋田大学と共同で実施しました。その結果、バンコク市内の実証試験地における地盤のみかけ熱伝導率は、約 $1.8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ と推定され、この数値は日本における一般的な土壌の見かけの熱伝導率 $1.2 \sim 1.5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ と比較するとかなり高い値であり、実証試験地周辺では比較的活発な地下水流動が存在し、地中熱利用に適した地域であることが推定されました(内田・藤井, 2018)。今後は、タイ国内における他の実証試験地やベトナム・ハノイなど複数の地域において熱応答試験を実施し、地中熱システムの長期冷房試験データと併せて解析し、東南アジアにおける地中熱ポテンシャル評価につなげていく予定です。

6. おわりに

本稿では、平成 30 年度産総研福島再生可能エネルギー研究所研究成果報告会で発表した、地中熱チームの成果概要を紹介いたしました。今後の研究展開としては、

- 県内の地質関連企業と連携し、福島県内の地質データのデータベース化に取り組むとともに、地中熱ポテンシャルを明らかにする
 - 地域の地質・地下水環境を活用した効率的な地中熱システムと簡易熱応答試験方法の開発(シーズ事業)
 - 将来的には、ハウスメーカーや掘削関連企業と連携し、国内のみならず東南アジアへの事業展開を図る
- の 3 点を予定しています。

文献

- 産総研 福島再生可能エネルギー研究所 (2018) 福島再生可能エネルギー研究開発拠点機能強化事業 平成 29 年度被災地企業のシーズ支援プログラム. 産業技術総合研究所, 50p.
- Shrestha, G., Uchida, Y., Ishihara, T., Kaneko, S and Kuronuma, S (2018) Assessment of the Installation Potential of a Ground Source Heat Pump System Based on the Groundwater Condition in the Aizu Basin, Japan. *Energies*, 11, 1178. doi:10.3390/en11051178
- 内田洋平・藤井 光 (2018) タイ・バンコクにて東南アジア初の熱応答試験実施. *GSJ 地質ニュース*, 7, 156-158.

UCHIDA Yohei (2019) 2018 Meeting on FREA Research Outcomes, Shallow Geothermal and Hydrogeology Team.

(受付: 2018 年 8 月 10 日)